



液靜壓軸頸軸承的 多目標最佳化設計

Multi-Objective Optimization of the Hydrostatic Journal Bearings
Using Particle Swarm Optimization Algorithm

黃華志

工研院機械所
智慧機械技術組
研發經理

王能治

長庚大學
機械工程學系
教授

關鍵詞(Keywords)

- 液靜壓軸頸軸承 Hydrostatic Journal Bearing
- 粒子群最佳化法則 Particle Swarm Optimization Algorithm
- 多目標最佳化 Multi-Objective Optimization

摘要(Abstract)

本文針對「液靜壓軸頸軸承」進行多目標最佳化設計與分析，此類軸承為精密大型工具機的關鍵元件[1,2,3]。採用等黏度、不可壓縮牛頓流體的雷諾方程式為潤滑模型，油腔壓力為自動間隙補償供油模式[4]，目的為建立「液靜壓軸頸軸承」多目標最佳化設計的分析模型，供設計者依軸承

的使用條件及選定的設計目標，找出相關的軸承設計參數，以同時符合二個但優勢(benefit)互相衝突的設計目標。本研究採用粒子群演算法[5]為基礎，配合 Pareto 準則進行修改，以適用於多目標最佳化設計，設計參數包括軸承間隙、油腔長度及寬度和軸承方位角。雙目標最佳化的目標函數設定為最大化軸承剛性及最小化軸承姿態角。

The goal of this paper is to conduct a multi-objective optimization study of the hydrostatic journal bearings, which are the key components in precision machine tools [1-3]. The lubrication model for the hydrostatic journal bearings is an isoviscous, incompressible fluid Reynolds equation and the recess pressure of the bearing is regulated by a gap-compensated model [4]. The computer code is developed to assist the bearing designers to conduct



the multi-objective optimization, which is based on the operating conditions and the selected objectives. The results of the optimization are the optimal design parameters which satisfy the selected objectives usually having conflicting benefits. In this study the particle swarm optimization method [5] is used, which is modified to comply with the Pareto criterion for multi-objective optimization. The design factors include the bearing's clearance, recess length and width, and the orientation of the bearing. Dual-objective optimization is conducted, which is to simultaneously maximize the bearing stiffness and minimize the attitude angle.

1. 前言

本文針對「液靜壓軸頸軸承」進行多目標最佳化設計與分析，此類軸承為精密大型工具機的關鍵元件[1-3]。採用等黏度、不可壓縮牛頓流體的雷諾方程式為潤滑模型，油腔壓力為自動間隙補償供油模式[4]，目的為建立「液靜壓軸頸軸承」多目標最佳化設計的分析模型，供設計者依軸承的使用條件及選定的設計目標，找出相關的軸承設計參數，以同時符合二個但優勢(benefit)互相衝突的設計目標。

本文採用粒子群演算法[5]為基礎，配合 Pareto 準則進行修改，以適用於多目標最佳化設計，設計參數包括軸承間隙、油腔長度及寬度和軸承方位角。本文分析最大化軸承剛性及最小化軸承姿態角雙目標最佳化的結果。

本文採用的方法相較於以多目標加權總和後為單一目標的方法，具有下列的優點：(1)計算量可大幅度降低，計算量與目標函數的個數相關性不高；(2)可獲得較佳的 Pareto 解。本文完成「液靜壓軸頸軸承」的多目標最佳化分析設計工具，提供設計「液靜壓軸頸軸承」的理論預測數據。

2. 液靜壓軸頸軸承最佳化分析

本文發展的分析模型可以分析混合式液靜壓軸頸軸承(圖 1 及圖 2)的性能，本研究採用粒子群演算法[5]為基礎，配合 Pareto 準則進行修改，以適用於多目標最佳化設計，設計參數包括軸承間隙、油腔長度及寬度和軸承方位角。二個雙目標最佳化的計算分別是：(1)最大化軸承剛性及最小化軸承姿態角；(2)最大化軸承剛性及偏心率。表 1 為靜壓軸承主要數據，表 2 為油腔壓力自動補償參數(相關名辭的內容，請參見「實施步驟及方法」)，表 3 為軸承操作條件，表 4 為設計變數及在進行最佳化設計時各變數的搜尋範圍。

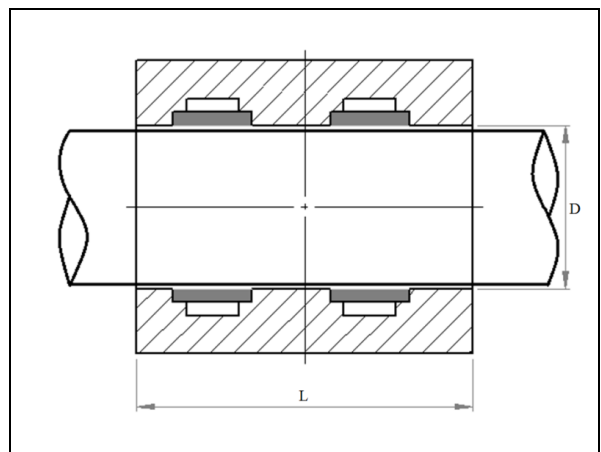


圖 1 液靜壓軸頸軸承示意圖(平行軸方向)

更完整的內容

請參考【機械工業雜誌】372期・103年3月號

每期220元・一年12期2200元

劃撥帳號：07188562 工業技術研究院機械所

訂書專線：03-591-9342

傳真訂購：03-582-2011

機械工業雜誌官方網站：www.automan.tw